



**University of
Zurich^{UZH}**

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2014

Caractérisation visuelle d'un style topographique

Ory, Jérémie ; Christophe, Sidonie ; Fabrikant, Sara I ; Bucher, Benedicte

Abstract: Nous pensons que le style topographique est définissable à travers trois paramètres : les pratiques cartographiques (la manière de construire la carte), l'apparence visuelle (le rendu graphique) et l'intention cartographique (le message que le producteur souhaite diffuser). Dans cet article, nous nous concentrons sur l'apparence visuelle de la carte, i.e le résultat graphique issu de pratiques cartographiques particulières. Nous exposons notre approche qui permet d'identifier et d'évaluer les caractéristiques graphiques qui participent à la caractérisation et à la reconnaissance du style d'une carte topographique par des utilisateurs experts grâce à un test visuel. Nous la mettons en oeuvre sur le style IGN. Les résultats de notre test montrent que la représentation du relief est une caractéristique (carto)graphique incontournable dans la définition du style IGN. We think that topographic style could be defined according to three parameters: some cartographic practices (the way employed to design the map), the visual appearance (graphics rendering) and the purpose of the map (the message that the mapping agency wishes to broadcast). In this paper, we have focused on visual appearance of the map, i.e the graphic result from the particular mapping practices. We present our approach thanks to a visual test, to identify and assess graphics characteristics helping to the expert users to characterize and to recognize a topographic style. We have tested our approach with the IGN style. The results of our testing show that the relief representation is a major cartographic characteristic in the IGN style definition.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-112737>

Conference or Workshop Item

Published Version

Originally published at:

Ory, Jérémie; Christophe, Sidonie; Fabrikant, Sara I; Bucher, Benedicte (2014). Caractérisation visuelle d'un style topographique. In: Colloque International de Géomatique et d'Analyse Spatiale (SAGEO 2014), Grenoble, 31 March 2014 - 4 April 2014, COGIT publications.

Caractérisation visuelle d'un style topographique

Jérémy Ory¹, Sidonie Christophe¹, Sara Irina Fabrikant²
Bénédicte Bucher¹

1. Université Paris-Est, IGN, Laboratoire COGIT,
73 avenue de paris, 94165 St Mandé, France
[jeremie.ory;sidonie.christophe;benedicte.bucher]@ign.fr

2. Laboratoire GIVA, Université de Zürich
Winterthurerstrasse 19, CH-8057 Zürich, Suisse
sara.fabrikant@geo.uzh.ch

RÉSUMÉ. Nous pensons que le style topographique est définissable à travers trois paramètres : les pratiques cartographiques (la manière de construire la carte), l'apparence visuelle (le rendu graphique) et l'intention cartographique (le message que le producteur souhaite diffuser). Dans cet article, nous nous concentrons sur l'apparence visuelle de la carte, i.e le résultat graphique issu de pratiques cartographiques particulières. Nous exposons notre approche qui permet d'identifier et d'évaluer les caractéristiques graphiques qui participent à la caractérisation et à la reconnaissance du style d'une carte topographique par des utilisateurs experts grâce à un test visuel. Nous la mettons en œuvre sur le style IGN. Les résultats de notre test montrent que la représentation du relief est une caractéristique (carto)graphique incontournable dans la définition du style IGN.

ABSTRACT. We think that topographic style could be defined according to three parameters: some cartographic practices (the way employed to design the map), the visual appearance (graphics rendering) and the purpose of the map (the message that the mapping agency wishes to broadcast). In this paper, we have focused on visual appearance of the map, i.e the graphic result from the particular mapping practices. We present our approach thanks to a visual test, to identify and assess graphics characteristics helping to the expert users to characterize and to recognize a topographic style. We have tested our approach with the IGN style. The results of our testing show that the relief representation is a major cartographic characteristic in the IGN style definition.

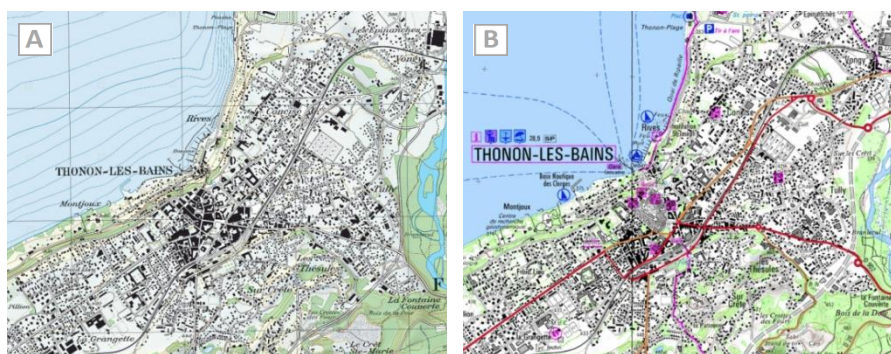
MOTS-CLES : carte topographique, style, conception cartographique, processus cartographique, test visuel, cognition, sémiologie graphique

KEYWORDS: topographic map, style, map design, cartographic processes, visual test, cognition, graphic semiology

1. Introduction

La carte topographique, à travers son échelle réduite, représente de manière précise et détaillée les éléments du milieu naturel et les aménagements humains d'un espace géographique. Sa fabrication doit assurer que tous ces éléments soient visualisables par les futurs utilisateurs de la carte. Pour mener à bien cette mission, les producteurs nationaux de cartes topographiques utilisent des processus et des techniques cartographiques, souvent différentes, depuis l'acquisition des données géographiques jusqu'à la restitution cartographique. Leurs pratiques cartographiques sont généralement le fruit d'une longue histoire et sont spécifiques à l'espace géographique représenté : les choix des thèmes géographiques, la sélection des données associée, leurs niveaux de généralisation, les choix de symbolisation, etc. Tous ces choix sont effectués pour répondre au message que souhaite délivrer le producteur de cartes. Kent et Vujakovic (2009), Bucher *et al.* (2010) constatent une diversité des représentations topographiques en Europe, chacune d'entre elles ayant une identité visuelle unique qui provient de la mise en œuvre de pratiques cartographiques spécifiques. En ce sens, la figure 1 présente deux cartes topographiques représentant le même espace géographique et produites par deux agences cartographiques nationales différentes, IGN¹ et Swisstopo². Les deux cartes sont visuellement très différentes car contenant chacune des caractéristiques graphiques singulières : les ombrages (représentation du relief), les couleurs (réseau routier, végétation, hydrographie), les textures (bâti, cimetière, végétation) et des choix de généralisation différents (bâti, réseau routier), etc. Nous pensons que l'analyse de l'apparence visuelle d'une carte topographique, notamment au travers des caractéristiques graphiques qu'elle contient, peut permettre de définir son style.

Figure 1: Cartes topographiques 1/25000^{ème} représentant Thonon-les-bains : Swisstopo (A) et IGN (B), (Ory et al. 2013), (Geoportail IGN® copyright)



Dans de nombreux domaines, tels que l'écriture ou l'architecture, le style est défini à travers les processus de construction utilisés et l'apparence visuelle qui en découle par exemple le style d'un ouvrage architectural. L'objectif de notre travail à

1. Institut National de l'Information Géographique et Forestière, <http://www.ign.fr/>

2. Office fédéral de topographie Suisse, <http://www.swisstopo.admin.ch/>

long terme est de pouvoir formaliser la notion de *style topographique*. Nous souhaitons implémenter un modèle de style pour permettre à des utilisateurs de reproduire ou de modifier un style topographique existant, tout en préservant sa reconnaissance. Pour ce faire, il est nécessaire d'identifier précisément les paramètres de construction d'un *style topographique* donné mais aussi les critères visuels qui permettent à des utilisateurs de l'identifier, le reconnaître, le caractériser, l'apprécier, etc. Dans cet article, nous nous concentrons sur une dimension cognitive particulière, la *reconnaissance*. Nous considérons qu'elle est liée à la mémoire et au vécu de l'utilisateur. Afin d'identifier les critères visuels utilisés par les utilisateurs pour reconnaître et caractériser un style topographique, nous proposons une expérimentation basée sur un test visuel. À titre d'exemple, nous choisissons d'étudier un style topographique en particulier, le style IGN, à partir des cartes au 25000^{ème}, que nous jugeons comme étant les plus connues du grand public français, largement utilisées pour les randonnées et les activités de plein air. L'objectif de ce test exploratoire est d'identifier les caractéristiques graphiques représentatives du style IGN pour les utilisateurs.

Dans une première partie, nous nous intéressons à la définition générale du *style* puis aux approches existantes définissant cette notion en cartographie. Dans une seconde partie, nous présentons notre expérimentation visant à faire identifier des caractéristiques graphiques représentatives dans des cartes topographiques, par des utilisateurs experts, à l'aide d'un test visuel. La dernière partie présente les résultats de cette expérimentation et met en évidence les caractéristiques graphiques représentatives du style topographique IGN.

2. Etat de l'art

Dans cette partie, nous précisons les définitions générales et en cartographie de la notion de *style*, que nous mettons en regard de la définition de la carte topographique afin d'identifier des points de convergence pour proposer une définition du *style topographique*.

2.1. Définitions générales du style

Le style est défini comme « une procédure particulière par laquelle une chose est faite, une manière ou un moyen », et par son « aspect distinctif, généralement déterminé par les principes selon lesquels quelque chose est conçu », mais aussi par « une élégance et une sophistication »³. Cette définition porte une attention toute particulière aux critères de construction et d'apparence visuelle. Le *style* est également défini comme un « ensemble des caractéristiques, résultant de l'application d'un certain système technique et esthétique, propres aux œuvres d'une époque (les styles Louis XIII), d'une école (exemple le style bolonais) »⁴. En architecture, on retrouve également ces critères de construction et d'apparence visuelle : « un style architectural est caractérisé par des traits particuliers qui le rendent remarquable. Un style peut inclure des éléments tels que la forme, la

3. Dictionnaire Oxford, version en ligne, <http://www.oxforddictionaries.com>, 2014

4. Dictionnaire Larousse, version en ligne, <http://www.larousse.fr>, 2014

méthode de construction, les matériaux de construction »⁵. Enfin, Jenny (2011) définit le style comme « une manière intentionnelle d’agir », i.e l’objectif recherché par celui qui le met en œuvre. En cartographie, il s’agit du but recherché par le cartographe, le message qu’il souhaite faire passer à l’utilisateur de la carte.

Ces différentes définitions du style mettent en évidence trois principaux paramètres : une construction particulière, une apparence visuelle singulière et une intention donnée. De manière générale, en cartographie, ces trois paramètres ont déjà été étudiés par de nombreux auteurs. Côté construction, Guislain et Lecordix (2011), entre autres, rappellent l’évolution importante des procédés de construction d’une carte topographique. Côté apparence visuelle, Dominguès et Bucher (2006), Jolivet (2009), Christophe (2009), Bucher *et al.* (2010), entre autres, insistent fortement sur l’impression visuelle produite par la carte au travers de l’application d’une légende donnée. Enfin, Fabrikant (2005), Fabrikant *et al.* (2012), entre autres, étudient le message perçu par l’utilisateur sous l’angle de la psychologie cognitive, afin de vérifier son adéquation avec l’intention initiale du cartographe. L’ensemble de ces recherches s’intéresse à la construction, la diffusion et la perception d’un message cartographique. Nous pensons que la définition de style cartographique trouve ses paramètres de définition dans chacune de ces recherches.

2.2. Approches pour la caractérisation du style en cartographie

Dans cette sous-partie, nous revenons sur les approches existantes qui étudient et définissent le *style* en cartographie. Cherchant à classer visuellement tout un ensemble de cartes, Beconyte (2011) précise un ensemble de critères visuels (« décoratif, expressif ou original ») afin de décrire différents styles cartographiques (« conventionnel, expressif et artistique »). L’auteure identifie les cartes topographiques comme des « cartes de référence ayant un haut niveau de standardisation qui limite la liberté stylistique » du producteur de cartes. À l’inverse, nous pensons qu’une grande diversité stylistique existe au sein des diverses cartes topographiques nationales, tel que (Bucher *et al.* 2010 ; Kent et Vujakovic 2009) le montrent. Les critères stylistiques identifiés par (Beconyte, 2011) peuvent s’appliquer aux cartes topographiques, mais ne nous aident pas à formaliser leur style.

Kent et Vujakovic (2009) définissent le style topographique à travers « le contenu et l’apparence » de la carte, résultant de la « manière cartographique » utilisée par le producteur de cartes. Leur définition colle aux trois paramètres dégagés précédemment : construction, apparence visuelle et intention. Grâce à une analyse quantitative sur la symbolisation utilisée dans vingt cartes topographiques européennes (nombre de symboles, couleurs des thèmes, couleur de « l’espace vide », hiérarchies visuelles et polices), ils montrent qu’il existe une diversité de styles topographiques à l’échelle européenne. Seules les différences et les similitudes sémiologiques inter-cartes sont prises en compte, laissant de côté les

5. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Architectural_style (site visité, le 02 mai 2014)

caractéristiques spatiales de l'espace représenté, les processus utilisés pour construire la carte et les perceptions visuelles que peuvent en avoir des utilisateurs.

Christophe (2012) a pour objectif de proposer un modèle de style cartographique. L'auteure considère trois approches différentes pour extraire les caractéristiques visuelles saillantes d'un style cartographique : la catégorisation visuelle de différentes cartes, l'étude détaillée des spécifications des processus de construction de cartes existantes, et la construction de nouveaux styles cartographiques à partir des spécifications de styles artistiques. Notre approche s'inscrit à la fois dans l'approche catégorisation visuelle, i.e. faire valider visuellement des similitudes et différences carte à carte, et dans l'approche spécifications de processus de construction de cartes existantes, i.e. connaître l'ensemble des processus cartographiques ayant permis la construction des cartes étudiées. Nous pensons que la notion de style prend forme à ce point de rencontre entre la construction cartographique et l'impression visuelle qui en résulte.

2.3. Vers une définition du style topographique

Afin de compléter notre définition du style topographique, il est nécessaire de revenir sur la définition d'une carte topographique. Le Fur (2007) rappelle que la carte topographique doit donner « une image complète du paysage ». Pour sa part, Ruas (2006) rappelle que les cartes topographiques sont fabriquées à partir de « bases de données topographiques, via des processus cartographiques adhoc ». Par ailleurs, la carte topographique est un outil de communication véhiculant un message cartographique, répondant à l'intention du producteur. Comme Bertin (1967) le rappelle, le producteur de cartes utilise les règles de sémiologie graphique, afin de faire apparaître des relations de ressemblance, d'ordre ou de proportionnalité entre les données. En catégorisant et hiérarchisant l'information, la carte donne à voir une image particulière, qui permet à l'utilisateur de se repérer et de comprendre aisément l'espace géographique représenté. Nous pensons que les traitements opérés, par le producteur de cartes, sur les données géographiques (sélection, généralisation, symbolisation, entre autres), construisent des caractéristiques graphiques singulières qui participent à l'identité visuelle de la carte. Nous assimilons l'identité visuelle d'une carte topographique au *style topographique*. Dans (Ory *et al.* 2013), nous avons mis en évidence que deux cartes topographiques, de même échelle, représentant un même espace suscitaient une impression visuelle différente, due à l'utilisation de différents processus cartographiques (figure 1). Par ailleurs, nous pensons que les personnes utilisant des cartes topographiques produites dans leur pays, les reconnaissent plus facilement, car ils en ont l'usage et l'habitude. Ils ont assimilé leurs contenus et leur manière de représenter l'information géographique, c'est pourquoi ils sont capables de distinguer leur style cartographique plus particulièrement.

À notre sens, le *style topographique* est donc définissable à travers trois paramètres : des pratiques cartographiques (la manière de construire la carte), l'apparence visuelle (le rendu cartographique) et l'intention cartographique (le message que le producteur souhaite diffuser). Dans ce papier, nous nous intéressons plus particulièrement au paramètre *apparence visuelle*. Nous souhaitons ainsi

identifier les caractéristiques graphiques représentatives d'un style pour les utilisateurs finaux. Ces caractéristiques graphiques sont le fruit de deux principaux paramètres : les processus cartographiques utilisés par le producteur de cartes et les caractéristiques spatiales de l'espace représenté qui déterminent leur distribution.

2.4. Problématique et objectifs

Les caractéristiques graphiques présentes dans la carte fonctionnent comme un stimulus visuel pour l'utilisateur, lui permettant de lire et comprendre la carte. Nous supposons que pour reconnaître le *style* d'une carte, i.e. le distinguer parmi d'autres ou être capable d'en donner des éléments caractéristiques typiques, l'utilisateur fait appel à sa mémoire des cartes topographiques qu'il a déjà vues, utilisées ou construites. Nous souhaitons donc identifier les caractéristiques graphiques saillantes utilisées par les utilisateurs, pour reconnaître le *style* d'une carte topographique en particulier. Nous pensons que ces caractéristiques sont représentatives du style étudié pour un public en ayant l'expérience. Nous mettons en œuvre un test utilisateur afin d'explorer cette dimension cognitive de la reconnaissance d'un style topographique. Des tâches d'identification et de caractérisation de cartes topographiques IGN sont réalisées par un ensemble d'utilisateurs experts en cartographie, en géomatique ou en géographie. À travers cette expérimentation, nous cherchons à identifier précisément les caractéristiques graphiques présentes dans une carte IGN, qui permettent aux utilisateurs de reconnaître ou de caractériser son *style*.

3. Protocole et déroulement du test

Dans cette partie, nous présentons le protocole du test (les participants, le matériel, le déroulement du test). Le test se présente sous la forme d'un questionnaire non supervisé et anonyme, déployé sur un site web, diffusé durant la 26^{ème} Conférence Internationale de Cartographie et sur la liste de diffusion « geotamtam@unil.ch ».

3.1. Participants

410 individus (57% hommes, 43% femmes), ont participé et répondu intégralement à ce test. La moyenne d'âge des participants est de 35 ans, s'étalant de 18 à 85 ans ($\sigma=11$). La majorité des participants a effectué le test sur un ordinateur (96%). À la question posée sur leur lien avec la recherche, 72% des participants disent effectuer de la recherche en cartographie ou dans une discipline connexe. À la question posée sur leur niveau d'expertise, 30% des participants se considèrent comme des experts en cartographie. 24 nationalités différentes ont participé au test, dont 85% de français et 10% d'européens (hors France).

3.2. Matériel

Le matériel du test servant aux tâches de reconnaissance se compose tout d'abord d'un ensemble de cartes topographiques : 7 de l'IGN, 2 de Swisstopo

(Suisse), 1 de l'Ordnance Survey (Angleterre), 1 de l'ICC⁶ (Catalogne), 1 de l'ACT⁷ (Luxembourg) et 1 du LINZ⁸ (Nouvelle-Zélande). Nous disposons également de toponymes extraits de 8 cartes différentes (Swisstopo, Google Maps, ICC, LINZ, Ordnance Survey, OSM, IGN et USGS) qui ont été découpés et disposés sur des vignettes avec un fond blanc (la figure 2 en présente 4).

Figure 2. Toponymes extraits de 4 cartes différentes (IGN, USGS, ICC, ACT)



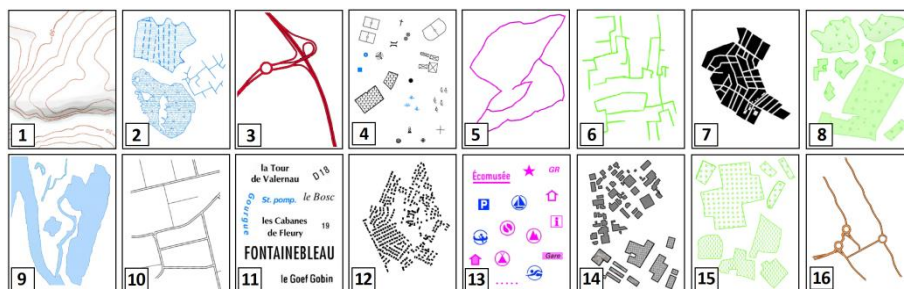
Pour les tâches d'identification de caractéristiques graphiques, nous avons construit ce que nous appelons *échantillons cartographiques* dans la suite du papier : il s'agit d'extractions d'objets géographiques représentés dans la carte issus des principaux thèmes géographiques. Ces échantillons mettent en évidence les choix cartographiques effectués par le producteur de cartes (généralisation, symbolisation). Les échantillons cartographiques ont été construits à partir des 8 principaux thèmes d'une série de cartes topographiques IGN au 25000^{ème}, couvrant ainsi la quasi-totalité des éléments présents en légende : le relief, le réseau routier, le bâti, la végétation, l'hydrographie, l'information touristique, les repères géographiques et la toponymie. La figure 3 présente les 16 échantillons cartographiques construits. Nous présentons les objets géographiques extraits sur un fond blanc, comme dans les cartes IGN. Le relief (ombrage et courbes de niveaux) est représenté par l'échantillon 1, le réseau routier est représenté par les échantillons 3 (route principale), 10 (route départementale) et 16 (route locale), le bâti est représenté par les échantillons 7 (bâti dense), 12 (bâti individuel) et 14 (bâti industriel), la végétation est représentée par les échantillons 6 (haies), 8 (forêts) et 15 (arboriculture), l'hydrographie est représentée par les échantillons 2 (canaux et marais) et 9 (surfaces hydrographiques), l'information touristique est représentée par les échantillons 5 (itinéraire) et 13 (points d'intérêts), les repères géographiques (terrain de sport, cimetière, église, château d'eau, pylône, éolienne) par l'échantillon 4 et la toponymie par l'échantillon 11.

6. Institut Cartographique Catalan, <http://www.icc.es>

7. Administration du Cadastre et de la Topographie du Grand-duché du Luxembourg, <http://www.act.public.lu/fr/>

8. Land Information New Zealand, <http://www.linz.govt.nz/>

Figure 3. Echantillons cartographiques extraits de la carte topographique au 25000^{ème} IGN (IGN® copyright)



3.3. Déroulement du test

Le test se déroule sous la forme d'un questionnaire en 8 groupes de questions. Le groupe 1 vise à connaître le niveau général d'utilisation des cartes topographiques du participant. Le groupe 2 vise à savoir si le participant a déjà vu des cartes topographiques issues de différents producteurs (sans mention du producteur), et s'il peut nommer le producteur correspondant. Le groupe 3 vise à connaître le niveau d'utilisation et de reconnaissance des cartes topographiques IGN par le participant. Le groupe 4 vise à savoir si le participant est capable de reconnaître une carte IGN parmi d'autres et lui faire dire à partir de quel(s) critère(s) visuel(s). Le groupe 5 vise à faire identifier les caractéristiques graphiques représentatives d'une carte IGN pour les participants, sans visualiser de carte. Le groupe 6 vise à savoir si le participant reconnaît le producteur d'une carte à partir de la représentation de la toponymie. Le groupe 7 vise à faire identifier les caractéristiques graphiques représentatives d'une carte IGN, pour les participants, à l'aide de 4 cartes IGN. Le groupe 8 vise à récolter des informations sur le profil du participant (sexe, année de naissance, s'il effectue de la recherche en cartographie ou non, l'intitulé de son emploi, s'il se considère expert en cartographie ou non et le support utilisé pour réaliser le test). Les groupes 1, 2, 3 et 8 permettent de récolter des informations sur le profil du participant et en particulier, son niveau d'expertise et d'affinité avec les cartes topographiques.

4. Résultats & Analyse

Dans cette partie, nous présentons et analysons les réponses aux questions des groupes 4, 5, 6 et 7, en les regroupant en deux tâches principales : reconnaître une carte IGN (groupes 4, 6) et caractériser le style IGN (groupes 5, 7).

4.1. Tâche : reconnaître une carte IGN

Nous faisons l'hypothèse que les participants reconnaissent une carte IGN 25000^{ème} parmi d'autres cartes topographiques, en utilisant certaines caractéristiques

graphiques qu'ils peuvent décrire (groupe 4). Nous faisons également l'hypothèse que la toponymie est une caractéristique importante (groupe 6).

4.1.1. Reconnaître une carte topographique parmi d'autres

Nous présentons 6 cartes topographiques fabriquées par différents producteurs et représentant diverses régions du monde : deux cartes IGN 25000^{ème} et 50000^{ème} et quatre cartes produites par l'ICC, Swisstopo, ACT, LINZ à des échelles proches du 25000^{ème}. Nous demandons aux participants d'identifier quelle(s) carte(s) est (sont) produite(s) par IGN. L'objectif est que les participants se concentrent sur l'apparence visuelle de la carte, l'espace géographique et de la langue des toponymes doivent avoir une influence minimale dans la tâche de reconnaissance. Pour ce faire, les cartes produites par les producteurs Swisstopo (Suisse) et ICC (Catalogne) représentent des espaces français, et la carte IGN au 50000^{ème} représente un espace italien.

16% des participants ont sélectionné les deux cartes IGN. 14% des participants ont sélectionné uniquement la carte IGN au 25000^{ème}. 0,5% des participants ont sélectionné uniquement la carte IGN au 50000^{ème}. Par ailleurs, 30% des participants ont sélectionné la carte IGN au 25000^{ème} sélectionnant dans le même temps la carte Swisstopo (Suisse) et/ou la carte ICC (Catalogne), représentant des espaces français. La carte IGN au 25000^{ème}, présente dans 91% des réponses, a été mieux reconnue que la carte IGN au 50000^{ème}. Peu de participants (16%) ont sélectionné uniquement les deux bonnes réponses, sélectionnant très souvent une carte topographique d'un autre producteur en même temps. La carte IGN au 50000^{ème} a été très peu sélectionnée en tant que carte IGN, il se peut qu'elle ne soit pas représentative du style IGN pour les utilisateurs. Les choix effectués peuvent également s'expliquer par le fait que cette carte représente un espace différent de celui habituellement décrit par le producteur. De plus, les cartes suisse et catalane représentant des espaces français ont été assimilées à des cartes IGN. Nous supposons que l'espace représenté ainsi que les toponymes sont des critères de sélection très importants. Même si il existe beaucoup de confusions de la part des participants, on peut dire que la reconnaissance de la carte IGN au 25000^{ème} est plutôt bonne.

4.1.2. Les critères pris en compte pour reconnaître une carte IGN

En amont de l'expérimentation, nous avons sélectionné 5 critères que nous jugeons déterminants dans la reconnaissance d'une carte topographique : le type des données contenu dans la carte, l'apparence visuelle de la carte, la généralisation, la toponymie et l'espace représenté par la carte. Afin d'évaluer ces critères dans le processus de reconnaissance d'une carte IGN, nous demandons aux participants de leur attribuer une note d'importance sur 3 valeurs – très important, assez important et pas important –. 80% participants considèrent l'apparence visuelle comme le critère le plus important devant la généralisation (47%) et la toponymie (33%). L'apparence visuelle est de loin le critère le plus important, la généralisation participe également de façon importante à la reconnaissance d'une carte. Par ailleurs, nous supposons que la toponymie permet d'identifier la nationalité de l'espace représenté. Ceci rejoint les résultats obtenus à la question précédente, où les

participants ont utilisé les toponymes pour sélectionner une carte '*a priori*' IGN, i.e pour eux, en langue française.

Pour compléter cette évaluation sur l'apparence visuelle de la carte, nous avons demandé aux participants d'attribuer une note d'importance à la symbolisation de 6 thèmes cartographiques : routes, hydrographie, végétation, bâti, toponymes et relief. 62% des participants considèrent que la représentation du relief (ombrage et courbes de niveau) est le critère le plus important devant la symbolisation du bâti (48%) et des routes (47%). Tous ces objets géographiques sont effectivement visuellement structurants dans la carte topographique.

4.1.3. Le poids de la toponymie dans la reconnaissance d'une carte

Nous faisons l'hypothèse que la toponymie et sa représentation sont un critère majeur dans la reconnaissance de l'origine d'une carte topographique (groupe 6) : nous demandons aux participants d'identifier chacun des producteurs de 6 cartes à partir de toponymes préalablement extraits (figure 2). La réponse est considérée juste si le participant donne le nom du pays d'appartenance ou le nom du producteur de la carte⁹, les participants peuvent aussi ne pas répondre à la question. 65% des participants ont reconnu la carte française d'origine IGN à partir des toponymes. 40% ont reconnu la carte américaine de l'USGS (52% de non-réponses), 25% ont reconnu la carte anglaise de l'Ordnance Survey (70% de non-réponses), 13% ont reconnu la carte Swisstopo (60% de non-réponses), 8% ont reconnu la carte OSM (78% de non-réponses), 6% ont reconnu la carte Google Maps (57% de non-réponses), 4% ont reconnu la carte catalane de l'ICC (68% de non-réponses), 1% ont reconnu la carte luxembourgeoise de l'ACT (75% de non-réponses). Les toponymes extraits de la carte IGN sont ceux qui ont permis la meilleure identification de l'origine de la carte. Cependant, il est important de préciser que cette question a été posée après que les participants aient visualisé plusieurs cartes IGN, rendant ainsi la tâche plus simple.

4.2. Tâche : caractériser visuellement le style IGN

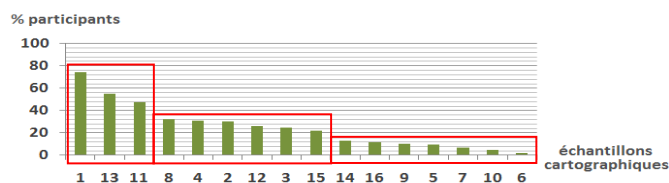
Nous faisons l'hypothèse que les participants peuvent sélectionner visuellement et consciemment les caractéristiques graphiques qui leur ont permis d'identifier les cartes IGN dans les groupes de questions précédents (groupes 5 et 7).

4.2.1. Analyse des caractéristiques visuelles identifiées

Suite aux résultats spécifiant que la représentation du relief, du bâti et du réseau routier sont les critères les plus importants pour reconnaître une carte IGN, nous souhaitons vérifier ces résultats à partir des échantillons cartographiques de la figure 3. Nous demandons aux participants de sélectionner les 4 échantillons cartographiques qui leur semblent être les plus représentatifs d'une carte topographique IGN, sans leur présenter de cartes en complément. Il faut préciser ici que les échantillons sont sélectionnés par les participants sans ordre de préférence.

9. Pour OSM et Google maps, uniquement le nom du producteur est pris en compte

Figure 4. Diagramme en bâtons, illustrant le pourcentage de participants ayant sélectionné un échantillon cartographique (groupe 5)



La figure 4 présente le pourcentage de participants ayant sélectionné un échantillon et la classification des résultats en 3 groupes (méthode des seuils naturels de Jenks).

1- Un 1^{er} groupe est composé des 3 échantillons les plus sélectionnés : par ordre d'importance, la représentation du relief (1), des points d'intérêts touristiques (13) et la toponymie (11). Ces 3 échantillons cartographiques sont donc les plus représentatifs d'une carte topographique IGN au 25000^{ème} pour les participants.

2- Un 2^{ème} groupe est composé de 6 échantillons cartographiques : par ordre d'importance, la représentation des forêts (8), des repères géographiques (4), des canaux et marais (2), du bâti individuel (12), du réseau routier principal (3) et de l'arboriculture (15). Ces 6 échantillons cartographiques sont moyennement représentatifs d'une carte IGN au 25000^{ème} pour les participants.

3- Un 3^{ème} groupe est composé de 7 échantillons cartographiques : par ordre d'importance, la représentation du bâti industriel (14), du réseau routier départemental (16), des surfaces hydrographiques (9), des itinéraires touristiques (5), du bâti dense (7), du réseau routier local (10) et des haies (6). Ces 7 échantillons cartographiques sont très peu représentatifs d'une carte IGN au 25000^{ème} pour les participants.

Afin de vérifier l'influence de la nationalité, nous avons considéré uniquement les réponses des participants hors nationalité française, les échantillons les plus sélectionnés sont également la représentation du relief (1), des points d'intérêts touristiques (13) et la toponymie (11), dans le même ordre que pour l'ensemble des participants.

4.2.2. Des combinaisons de caractéristiques graphiques

Nous faisons l'hypothèse qu'il existe des combinaisons particulières de caractéristiques graphiques qui permettent aux utilisateurs de reconnaître une carte topographique. Sur les 410 sélections effectuées par les participants, nous avons identifié 212 combinaisons différentes¹⁰ : on observe donc une grande diversité des réponses récoltées. Cependant, si nous considérons uniquement les échantillons les plus représentatifs (relief, intérêts touristiques, toponymie), résultats de la question précédente, nous observons que cette combinaison de 3 échantillons a été sélectionnée par 16% des participants. Si nous considérons ces échantillons en

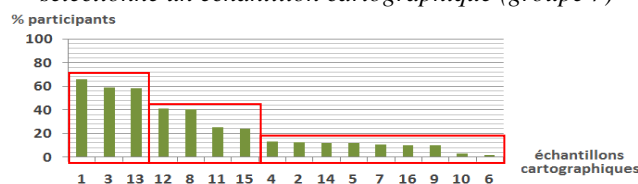
10. Nous rappelons que nous ne tenons pas compte de l'ordre de sélection des quatre échantillons

couple, nous observons que le couple relief+toponymie a été sélectionné par 35% des participants, le couple relief+intérêts touristiques par 32% des participants et le couple toponymie+intérêts touristiques par 29% des participants. Par conséquent, nous pouvons en déduire que ces échantillons – relief, point d'intérêts touristiques et toponymie – sont très représentatifs d'une carte topographique IGN au 25000^{ème} pour les participants, autant individuellement que combinés.

4.2.3. Analyses des caractéristiques graphiques selon l'espace géographique représenté

Nous pensons que l'espace géographique représenté influe sur la sélection des échantillons par les participants. Nous leur avons demandé de sélectionner à nouveau 4 échantillons qui leur semblent être les plus représentatifs d'une carte topographique IGN au 25000^{ème}, mais cette fois-ci en visualisant 4 cartes IGN au 25000^{ème} (groupe 7). Nous émettons deux hypothèses : la première est que les participants sélectionnent les mêmes échantillons cartographiques que la première fois (groupe 5), validant ainsi certaines caractéristiques graphiques comme étant très représentatives ; la deuxième est que les participants sélectionnent de nouveaux échantillons cartographiques en fonction des espaces géographiques représentés par les cartes IGN présentées.

Figure 5. Diagramme en bâtons, illustrant le pourcentage de participants ayant sélectionné un échantillon cartographique (groupe 7)



La figure 5 présente le pourcentage de participants ayant sélectionné un échantillon et la classification des résultats en 3 groupes (méthode des seuils naturels de Jenks)

1- Un 1^{er} groupe est composé des 3 échantillons les plus sélectionnés : par ordre d'importance, la représentation du relief (1), du réseau routier principal (3) et des points d'intérêt touristique (13). Ces 3 échantillons cartographiques sont les plus représentatifs des 4 cartes topographiques IGN au 25000^{ème} pour les participants.

2- Un 2^{ème} groupe est composé des 4 échantillons : par ordre d'importance, la représentation du bâti individuel (12), de la végétation (8), des toponymes (11) et de l'arboriculture (15). Ces 4 échantillons cartographiques sont moyennement représentatifs des quatre cartes IGN au 25000^{ème} pour les participants.

3- Un 3^{ème} groupe est composé de 9 échantillons cartographiques : par ordre d'importance, la représentation des repères géographiques (4), des canaux et marais (2), des itinéraires touristiques (5), du bâti industriel (14), du bâti dense (7), du réseau routier départemental (16), des surfaces hydrographiques (9), du réseau routier local (10) et des haies (6). Ces 9 échantillons cartographiques sont très peu représentatifs des quatre cartes IGN au 25000^{ème} pour les participants.

Nous observons que la représentation du relief (ombrage et courbes de niveau) est une caractéristique graphique incontournable dans la caractérisation d'une carte IGN au 25000^{ème}, puisqu'elle reste la caractéristique graphique la plus importante avec ou sans carte sous les yeux. La représentation des routes principales apparaît être une des caractéristiques graphiques les plus importantes dans la caractérisation d'une carte IGN au 25000^{ème} : l'importance accordée aux routes principales, comme à la toponymie, a varié en visualisant les 4 cartes exemples. L'espace géographique représenté a donc influencé les participants, sûrement par la présence d'un réseau routier principal particulièrement structurant dans l'une ou plusieurs de ces cartes.

Le test permet d'identifier les caractéristiques graphiques majeures, pour les participants, pour la reconnaissance et la caractérisation d'une carte topographique IGN au 25000^{ème} : la représentation du relief, des points d'intérêt touristique, de la toponymie et des routes principales. L'identification de ces 4 caractéristiques graphiques nous permet d'étoffer ce qui constitue le paramètre apparence visuelle de notre définition du style topographique IGN.

5. Conclusion

Notre objectif dans ce papier est d'identifier et d'évaluer l'importance des caractéristiques graphiques participant à la reconnaissance et à la caractérisation du style topographique IGN pour les utilisateurs. Pour ce faire, nous avons mis en place une approche basée sur un test visuel en proposant des caractéristiques graphiques directement extraites du rendu de la carte topographique finale. Les premiers résultats obtenus sont satisfaisants dans la mesure où ils nous permettent de valider l'ensemble de nos hypothèses. Nous avons identifié la représentation du relief (ombrage et courbes de niveau) comme une caractéristique graphique majeure dans le processus de reconnaissance et de caractérisation d'une carte topographique IGN au 25000^{ème} par les participants. Cette caractéristique (carto)graphique apparaît incontournable dans la définition du style IGN. Par ailleurs, les représentations des points d'intérêt touristique, des toponymes et des routes principales apparaissent également être des caractéristiques importantes pour la caractérisation du style IGN par les participants.

Il serait désormais intéressant d'appliquer ces caractéristiques graphiques sur différents jeux de données afin d'évaluer leur importance selon l'espace géographique représenté, mais aussi de mixer ces caractéristiques graphiques avec d'autres afin d'analyser dans quelles conditions leur caractère saillant n'est plus préservé. Les différents résultats obtenus permettraient d'utiliser ces caractéristiques graphiques comme des 'leviers' pour modifier ou reproduire le style IGN et plus généralement devraient intégrer notre modèle de style topographique en construction. L'étude d'autres séries de cartes topographiques (Swisstopo, Ordnance Survey, etc.) permettrait d'enrichir également ce modèle de style topographique.

Remerciement:

Ce travail est financé par l'Agence Nationale pour la Recherche, dans le cadre du projet MAPSTYLE ANR-12-CORD-0025.

Bibliographie

- Bertin J. (1967). *Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Paris, Mouton/Gauthier-Villars, 1967.
- Beconyte G. (2011). Cartographic styles: criteria and parameters, *In Proc. 25th International Cartographic Conference 2011*, Paris (France).
- Bucher B., Mustière S., Jolivet L., Renard J. (2010). Adding Metadata to Maps and Styled Layers to improve Map Efficiency, *Inspire conference 2010, 22-25 June*, Krakow (Poland)
- Christophe S. (2009). *Aide à la conception de légendes personnalisées et originales : proposition d'une méthode coopérative pour le choix des couleurs*. Thèse en géomatique, Université Paris-Est, IGN, laboratoire COGIT.
- Christophe S. (2012). Cartographic Styles between traditional and original (towards a cartographic style model), *In Proc. Auto Carto Conference 2012*, Columbus (Ohio, USA).
- Dominguès C., Bucher B., (2006). Legend design based on map samples, *4th International Conference on Geographic Information Science (GIScience '06)*, Münster (Germany).
- Fabrikant SI. (2005). Towards an understanding of geovisualization with dynamic displays: Issues and prospects, *In Proceedings, American Association for Artificial Intelligence (AAAI) 2005 Spring Symposium Series: Reasoning with Mental and External Diagrams: Computational Modeling and Spatial Assistance*. Stanford University, Stanford, CA, Mar. 21-23, 2005, Dykes, J. and MacEachren, A.M. and Kraak M. J. (eds), p. 667-690.
- Fabrikant SI., Christophe S., Papastefanou G., Maggi S (2012). Emotional response to map design aesthetics, *In proceedings of Giscience Conference 2012, 18-21 September, Columbus, Ohio (USA)*.
- Guislain P., Lecordix F., (2011). Evolutions des représentations et des procédés de production cartographiques, les leçons de la carte topographique IGN, *Cartes & Géomatique*, n°211, p. 47-62.
- Jenny L. (2011). *Le Style en acte, Vers une pragmatique du style*, Laurent Jenny éd., Métis Presses.
- Jolivet L. (2009). Characterizing maps to improve on-demand cartography - the example of European topographic maps, *poster session of 17th Conference on GIScience and Research in UK (GISRUK'09)*, Durham, (UK).
- Kent A., Vujakovic P., (2009). Stylistic Diversity in European State 1:50 000 Topographic Maps, *The Cartographic Journal*, vol. 3, n°. 46, p. 179-213.
- Le Fur A. (2007). *Pratiques de la cartographie*, 2^{ème} édition, Armand Colin
- Ory J., Christophe S., Fabrikant S., (2013). Identification of style in topographic maps, *poster proceedings, 26th International Cartographic Conference (ICC 2013)*, Dresden (Germany)
- Ruas A. (2006). Recherche en automatisation des processus cartographiques, *Journées du Comité Français de Cartographie*